

### **Інформаційна мережа систем спостереження як основа інформаційного забезпечення користувачів системи контролю повітряного простору**

Досвід провідних країн світу свідчить, що в них уже досить тривалий термін існують національні єдині системи контролю використання повітряного простору (ПП). Очевидно, що при цьому досягається максимальна ефективність використання ПП при порівняно низьких матеріальних, технічних і людських витратах. Однією зі складових такої системи є інформаційна мережа (ІМ), на базі існуючих систем спостережень (СС) країни. Мережевої побудови інформаційних засобів приділяється значна увага [1-5]. Зокрема, існуючі національні єдині системи контролю використання ПП, як правило, реалізовані на мережевому використанні окремих СС (програми 968Н, ACCS і ін.). Основними завданнями цих програм є об'єднання в загальну інформаційну систему (ІС) даних існуючих СС різних відомств і централізоване управління цією мережею вищим органом. Об'єднана інформація мережі видається споживачам. Однак такий принцип організації ІС збіднює інформаційне забезпечення споживачів. Дійсно, споживачеві часто потрібна інформація конкретного джерела, а не об'єднана інформація мережі. Крім того, включення окремих СС в єдину ІС на принципі механічного об'єднання тільки інформації не вирішує проблем окремих джерел інформації, зокрема, систем вторинної радіолокації, спільного функціонування систем первинної і вторинної радіолокації і т.д. Це стимулює пошук нових принципів організації єдиної ІС, в якій поєднувалося б повне і надійне інформаційне забезпечення споживачів, а також вирішувалися проблеми функціонування окремих СС.

Природна еволюція СС призводить до об'єднання джерел інформації, розосереджених на певній ділянці контрольованого простору, в мережу. Така еволюція мотивується можливістю злиття великого обсягу даних, одержуваних елементами СС, що працюють незалежно один від одного і володіють певною мірою взаємодоповнюючими можливостями. Завдання полягає в точному відображенні навколишнього оточення і своєчасного виявлення змін в ній.

Серед переваг ІС в порівнянні з одиночними джерелами інформації можна виділити наступні:

- розширення зони бачення;
- збільшення ймовірності виявлення повітряних об'єктів (ПО);
- зниження ймовірності зриву супроводу ПО;
- підвищення точності супроводу ПО;
- виявлення ПО з малою ефективною поверхнею розсіювання;
- підвищення завадостійкості, живучості і скритності.

Перевагами мережевої побудови можна скористатися, лише за умови успішного вирішення цілого ряду технічних проблем, а саме:

- маніпулювання даними при змінній швидкості їх надходження і з нерівною точністю;
- необхідності задавати синхронізацію і організацію даних незалежно від частоти сканування окремих СС.

Головна функція мережі полягає в пересиланні даних, які видаються різними СС споживачеві, який комбінує інформацію для того, щоб забезпечити мережевий супровід ПО. При такій реалізації мережі сукупність СС здійснює виявлення і вимірювання координат ПО з різним темпом видачі даних і різними показниками якості виявлення і

вимірювання координат. По лініях передачі дані пересилаються до споживача, який виконує функції супроводу, прогнозування траєкторії, кореляції, згладжування траєкторій і перетворення координат, одержуваних за даними вимірювань, що видаються до опорної системи координат споживача.

Залежно від ступеня обробки даних, яка використовується мережеві СС можна додатково класифікувати як розподілені або централізовані [5]. Розподілена архітектура характеризується тим, що в кожному СС здійснюється первинна та вторинна обробка даних. Локальні дані спостереження потім видаються споживачам, де в апаратному забезпеченні при обробці дані об'єднуються, з метою встановлення єдиного багатостанційного стеження за кожним ПО. Така структура мережі найбільш доцільна при об'єднанні існуючих СС в єдину ІС.

В ІС з розподіленою або централізованою обробкою інформації дані надходять або споживачеві, або на пункт спільної обробки в різний час і з різних темпом. Саме ці обставини вимагають постачати координатну інформацію з часом її отримання, що дозволяє узгодити процес фільтрації траєкторії. Далі покажемо це.

Припустимо, що є дві СС темп огляду простору, яких різний. У кожній з СС є своя шкала часу, організована, наприклад, за допомогою GPS приймачів, що характеризується тимчасовим процесом, де індексом  $i$  позначається номер джерела отримання інформації ( $i=1,2$ ) а  $j$  - дискретний час отримання інформації. Будемо вважати, що споживач інформації розташований та де й перший датчик інформації. Припустимо, що по  $j = k$  попереднім вимірам в апаратурі споживача отримана результуюча оцінка вектору стану  $\vec{W}_k(T_{1k})$  з відповідної матрицею точності  $\vec{C}_k$ .

При отриманні поточної оцінки вектору стану, наприклад від другого датчика  $\hat{\vec{W}}_{y(k+1)}(T_{2(k+1)})$  в момент часу  $k+1$  з матрицею точності  $\vec{C}_{y(k+1)}$ , за даними результуючої оцінки вектору стану і матриці точності на  $k$ -му кроці здійснюється обчислення апіорного розподілу на цей крок вимірювань. Цьому розподілу відповідає  $\hat{\vec{W}}_{o(k+1)}(T_{1(k+1)})$  і  $\vec{C}_{o(k+1)}$ , тобто здійснюється прогнозування вектору стану і матриці точності на момент часу отримання поточної оцінки вектору стану. Результуючу оцінку вектору стану і матрицю точності на момент часу  $k+1$  можна записати як

$$\begin{aligned} \hat{\vec{W}}_{k+1}(T_{1(k+1)}) &= \hat{\vec{W}}_{o(k+1)}(T_{1(k+1)}) + \vec{C}_{k+1}^{-1} \vec{C}_{y(k+1)} \times \\ &\times \left[ \hat{\vec{W}}_{y(k+1)}(T_{2(k+1)}) - \hat{\vec{W}}_{o(k+1)}(T_{1(k+1)}) \right], \\ \vec{C}_{k+1} &= \vec{C}_{o(k+1)} + \vec{C}_{y(k+1)}. \end{aligned}$$

Надалі процедура повторюється. Таким чином, виходить рекурентне правило, що дозволяє послідовно в часі виробляти фільтрацію траєкторії повітряної цілі при отриманні вимірювань від датчиків інформації з різним темпом видачі інформації.

Як витікає з вищевикладеного, розглянутий алгоритм фільтрації відрізняється від відомих тим, що прогнозування вектору стану і матриці точності здійснюється після отримання нових вимірів, зазначених часом їх отримання. Ось на цей момент часу і здійснюється прогнозування вектору стану і матриці точності.

Вищевикладене дозволяє зробити висновок, що при побудові єдиної ІС необхідно здійснити єдине координатно-часове забезпечення СС, що входять в мережу, з необхідними показниками якості. Залежно від показників якості координатно-часове забезпечення ІС можна класифікувати як мережу, реалізовану на несинхронному і синхронному принципах.

Несинхронний принцип організації мережі вимагає часового забезпечення СС з точністю, що становить частки часу спостереження ПО. Це дозволяє синхронізувати потоки інформації в мережі, забезпечити фільтрацію траєкторії цілі за інформацією з різних джерел та різним темпом видачі інформації.

Синхронний принцип організації мережі, що базується на створенні єдиної шкали часу всіх СС, що входять в мережу, з точністю становить частки мікросекунд. Це дозволяє узгодити процеси отримання і обробки даних від розрізнених СС, а також зумовлює вирішення технічних протиріч, що практично не вирішуються в існуючих СС.

Концептуальними основами створення єдиної ІС на базі існуючих СС, в якій може бути реалізовано надійне інформаційне забезпечення споживачів і дозволіні протиріччя окремих СН повинні бути:

- єдине координатно-часове забезпечення всіх СС мережі з необхідними показниками якості;
- розподілена обробка інформації в мережі СС;
- вільний, але контрольований, доступ споживача до необхідної СС.

Єдина інформаційна мережа СС розширює можливості в реалізації різних видів розподіленої обробки даних в порівнянні з існуючим угрупованням інформаційних засобів. Розподілена обробка даних, при цьому, здійснить сумісну оптимізацію якості інформаційного забезпечення етапів обробки даних. Наявність централізованої обробки даних з різноманітних джерел дозволить виконувати процедури етапів обробки в різній послідовності, а це, в свою чергу, підвищить якість інформаційного обслуговування споживачів.

#### Список використаних джерел

1. Фарина А., Студер Ф. Цифровая обработка радиолокационной информации. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
2. Farina A., Studer F.A. Radar Data Processing Introduction and Tracking. Vol. I. Research Studies Press. Letch worth England. 1985. – P. 121-123
3. Lok J.J. C2 for the air warrior // Jane's International Defense Review. - October 1999. - V.2. - P.53-59.
4. Y. Ahmadi, K. Mohamedpour and M. Ahmadi, "Deinterleaving of Interfering Radars Signals in Identification Friend or Foe Systems", in Proc. of 18th Telecommunications forum TELFOR, TELECOMMUNICATIONS SOCIETY - Belgrade, ETF School of EE, University in Belgrade, IEEE Serbia & Montenegro COM CHAPTER, 2010, pp. 729-733.
5. Mallick M., Pao L.Y., Chang, K.C., Multiple Hypotheses Tracking Based Distributed Fusion Using Decorrelated Pseudo Measurement Sequence. American Control Conference, Massachusetts, Boston, USA, 2004.
6. Теоретичні основи побудови завадозахищених систем інформаційного моніторингу повітряного простору / В.В.Ткачев, Ю.Г.Даник, С.А. Жуков, І.І.Обод, І.О. Романенко. – К.: МОУ, 2004. – 271 с
7. Обод І.І. Обробка даних систем спостереження повітряного простору: монографія. За заг. ред. І.І. Обод/Обод І.І., Заволодько Г.Е. – Харків: НТУ "ХПІ", 2016. – 281 с
8. Обод І.І. Інформаційні технології підвищення інформаційного забезпечення споживачів системами спостереження повітряного простору / І.І. Обод, М.Ю. Охрименко, Г.Е. Заволодько // Тези доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я». – Харків.: НТУ «ХПІ», 2012. – Ч.IV. – С. 83.
9. Заволодько Г.Е. Інформаційна модель спостереження ПП / Заволодько Г.Е., Обод А. І., Андрусевич В.А. // Тези доповідей XXIV міжнародної НПК "Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я". – Харків.: НТУ «ХПІ», 2016. – Ч.IV. – С. 122.
10. Заволодько Г.Е., Функціональна архітектура спостереження повітряного простору / Заволодько Г.Е., Довженко В.В., Капустян В.Д. // Міжнародна наукова конференція MicroCAD : Секція №22 - Електромагнітна стійкість - НТУ "ХПІ", 2017.
11. Заволодько Г.Е., Синтез та аналіз структури обробки даних в мережі систем спостереження повітряного простору / Заволодько Г.Е., Брагіна Д. А. // Міжнародна наукова конференція MicroCAD : Секція №22 - Електромагнітна стійкість - НТУ "ХПІ", 2018.